

ABSTRACT

Heavy metals contaminated soils pose a continuing and increasing threat to human health, the increased inputs of heavy metals from the widespread disposal of industrial wastes have created an increased attention on the issue of their fate, bioavailability and environmental significance. These investigations were carried mainly to study the solid - solution phase distribution, chemical speciation and plant uptake of cadmium (Cd), lead (Pb), nickel (Ni) and zinc (Zn) in three contrasting soils amended with Cd, Pb, Ni and Zn nitrate salts at rates of 5-40 mmol/kg for incubation time varied between 3-15 month. Although heavy metal cations adsorbed to the soils at low concentrations, increasing their mass loading resulted in positive correlations with the adsorption values of these metal cations to the soil solid particles. Soil type had significant effect on the solid - solution equilibrium of the added metals. The studied metals are varied in their adsorption and desorption characteristics, Zn reported the highest solution concentration than that of Ni, Cd and Pb in the three soils while Pb was the most adsorbed metal. Metals concentration in soil solution and are positively correlated with residence time.

The speciation of metals in soils is essential in understanding their chemical and biological interactions in the soil environment. The solid phase speciation of Cd, Pb, Ni and Zn in soils amended with such metals at rate of 5mmol/kg was estimated by sequentially extracting the treated soils with 1M NH_4OAc to dissolve the water soluble and the exchangeable metals, with 0.125 M $\text{Cu}(\text{OAc})_2$ to dissolve complexed metals and with 1M HNO_3 to dissolve the precipitated and residual metals. The speciation of the added metals was greatly influenced by soil type and residence time.

The soil solution chemistry of heavy metal is of great importance in assessing their bioavailability and estimates their toxicity. MINTEQA2 version 3.0 used to explore the

speciation of the studied metals the in solution of the three soils revealed the majority of metals as the free ionic Cd^{2+} , Pb^{2+} , and Ni^{2+} and Zn^{2+} forms with varying proportions of the other different inorganic species.

The bioconcentration of heavy metals by plants is the major route for metal contaminants to enter the human body. Greenhouse experiments were conducted to study Cd, Pb, Ni and Zn uptake from soils amended with these metals at levels from 0-20mmol/kgsoils, using lettuce (*Lactuca sativa*) as bio-monitor. This concentration range was chosen based on the ability of lettuce to tolerate such metal rates. Significant positive correlations were obtained between the bioconcentration of Cd, Pb, Ni and Zn by plant and the metal amendments, the exchangeable chemical fraction and the residence time. The relative bioavailability of the studied heavy metals is in this order $\text{Zn} > \text{Ni} > \text{Pb} > \text{Cd}$.

The soil-plant-man exposure pathway is identified as the major exposure pathway to contaminants. The estimated plant- soil bioconcentration factor for Cd, Pb, Ni and Zn was found to be slightly elevated with the residence time of the contaminant. Thus the study concluded that amount of Cd, Pb, Ni and Zn contaminants available for human intake is subjected to gradual elevation in response to the metal mass loading and the length of time soils are exposed to the specific contaminants.

ABSTRAK

Tanah yang tercemar oleh logam berat merupakan satu ancaman yang meningkat dan berterusan terhadap kesihatan manusia. Input logam berat yang bertambah berpunca daripada pembuangan bahan buangan industri telah membangkitkan tumpuan yang lebih terhadap isu kesudahannya, keterbiosaannya dan juga kesan terhadap sekitaran. Penyelidikan yang dijalankan bertujuan terutamanya mengkaji agihan fasa pepejal-larutan, pengspesian kimia dan pengambilan kadmium, plumbum, nikel dan zink oleh tumbuhan dalam tiga jenis tanah yang berlainan. Tanah-tanah ini telah ditambah dengan garam nitrat Cd, Pb, Ni dan Zn pada kadar 5-40 mmol/kg untuk masa inkubasi yang berlainan antara 3-15 bulan. Walaupun kation logam berat menyerap pada tanah pada kepekatan rendah, penambahan tokokan jisim menghasilkan korelasi positif dengan nilai penyerapan kation logam-logam ini. Jenis tanah mempunyai kesan yang bererti kepada keseimbangan pepejal-larutan bagi logam yang ditambah. Logam-logam yang dikaji ini mempunyai ciri-ciri penyerapan dan penyahjerapan yang berbeza dengan Zn dilaporkan membentuk kepekatan larutan yang tertinggi berbanding dengan Ni, Cd dan Pb dalam ketiga-tiga jenis tanah manakala Pb merupakan logam yang paling terjerap.

Pengspesian logam dalam tanah adalah perlu untuk pemahaman salingtindakan kimia dan biologinya dalam persekitaran tanah. Pengspesian Cd, Pb, Ni dan Zn dalam fasa pepejal bagi tanah yang ditambah dengan logam berkenaan pada kadar 5mmol/kg telah dianggarkan melalui pengestrakan tanah-tanah tadi secara urutan bermula dengan 1M NH_4OAc untuk membuang logam-logam yang larut dalam air serta boleh ditukarganti, dengan 0.125 M $\text{Cu}(\text{OAc})_2$ untuk membuang logam-logam yang telah dikomplekskan dan dengan 1 M HNO_3 untuk melarutkan logam-logam yang telah mendak dan berbaki. Pengspesian logam-logam yang ditambah dipengaruhi dengan kuat oleh jenis tanah dan masa pendudukan.

Kimia larutan tanah logam-logam berat adalah sangat mustahak dalam menentukan keterbiosaannya dan menganggarkan keracunannya. MINTEQA.2 versi 3.0 yang digunakan untuk meneroka pengspesian logam dalam larutan yang dikaji daripada 3 jenis tanah menunjukkan bahawa kebanyakan logam wujud dalam bentuk ion Cd^{2+} , Pb^{2+} , Ni^{2+} dan Zn^{2+} bebas dengan kadar berbagai bagi spesies bukan organik yang lain.

Biokepekatan logam berat oleh tumbuhan merupakan laluan utama untuk logam pencemar memasuki tubuh manusia. Eksperimen rumah hijau dijalankan untuk mengkaji pengambilan Cd, Pb, Ni dan Zn dari tanah yang telah ditambah dengan logam tersebut pada kadar 0-20 mmol/kg tanah menggunakan lettuce sebagai biomonitor.

Julat kepekatan ini dipilih kerana lettuce mempunyai toleransi terhadap kadar logam ini. Korelasi positif yang bererti didapati antara pembiopekatan Cd, Pb, Ni dan Zn oleh tumbuhan dan penokokan logam, pecahan kimia yang boleh ditukarganti dan masa pendudukan. Keterbiosaian relatif untuk logam berat yang dikaji menurut tertib $\text{Zn} > \text{Ni} > \text{Pb} > \text{Cd}$.

Laluan pendedahan tanah-tumbuhan-manusia dikenalpasti sebagai laluan utama kepada pencemar. Faktor biokepekatan tumbuhan-tanah yang dianggar untuk Cd, Pb, Ni dan Zn didapati meningkat sedikit dengan masa pendudukan pencemar. Kesimpulan daripada kajian ini ialah amalan pencemar Cd, Pb, Ni dan Zn yang tersedia ada bagi pengambilan oleh manusia tertakluk kepada peningkatan sederhana sebagai rangsangan kepada tokokan jisim logam dan tempoh masa tanah didedahkan kepada pencemar spesifik.